

Comparativo de Estratégias para Resposta a Emergências usando Redes Ad Hoc Veiculares e Computação em Névoa

Bruno P. Campos, João Henri, Daniel M. Batista, Kifayat Ullah, R. Hirata Jr



41º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
VI Workshop de Trabalhos de Iniciação Científica e de Graduação



INCT

InterSCity



CAPES



Sumário

- **Introdução**
- **Solução**
- **Ambiente de Simulação**
- **Resultados**
- **Conclusões**
- **Próximos Passos**
- **Agradecimentos**

Mortalidade no trânsito

- Todo ano, no mundo todo, em acidentes de trânsito **(OMS 2018)**:
 - **1,3 milhão** de pessoas morrem.
 - de **20 a 50 milhões de pessoas** ficam feridas.
- No Brasil, mais de **38.000** pessoas morreram em 2015.
- Uma redução de **1 minuto** nos sistemas de respostas à emergência pode reduzir a taxa de mortalidade em **6%**. **(White et al. 2011)**.

Abordagens clássicas

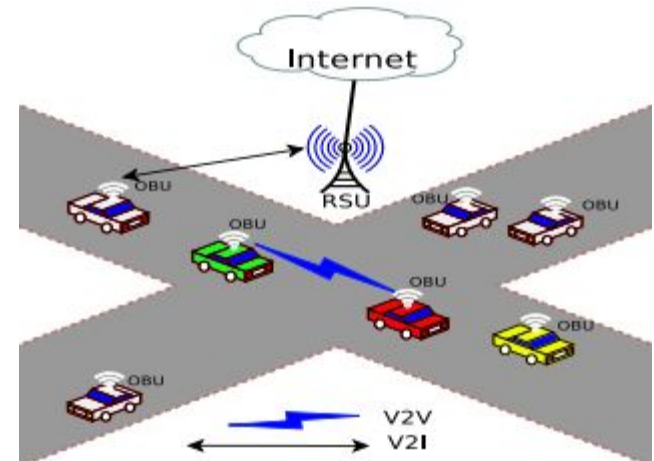
- Discar o número de emergência:
 - Muitos números distintos (190, 192, 193, 911...).
 - Celular precisa estar ao alcance.
 - Determinar localização pode ser um desafio.
 - Uso do celular e serviços pode ser um impossível.
- Abordagens dependentes dos celulares foram criadas:
 - *Delay-Aware Accident Detection and Response System Using Fog Computing* (**Dar et al. 2019**).
 - *Smart hospital emergency system via mobile-based requesting services* (**Al-khafajiy et al. 2019**).
 - *iCAFE: Intelligent Congestion Avoidance and Fast Emergency services* (**Siddiqua et al. 2019**).

Objetivo

- Desenvolver uma prova de conceito para determinar margens de ganho no tempo total de resposta (TTR).
- Avaliar hipóteses do uso de heurísticas baseadas em computação em névoa com infraestrutura dedicada.
- Comparar a eficácia das estratégias utilizadas.
- Compartilhar código das simulações com fácil reprodutibilidade (<https://github.com/jaehnri/vanet-emergency-system>).

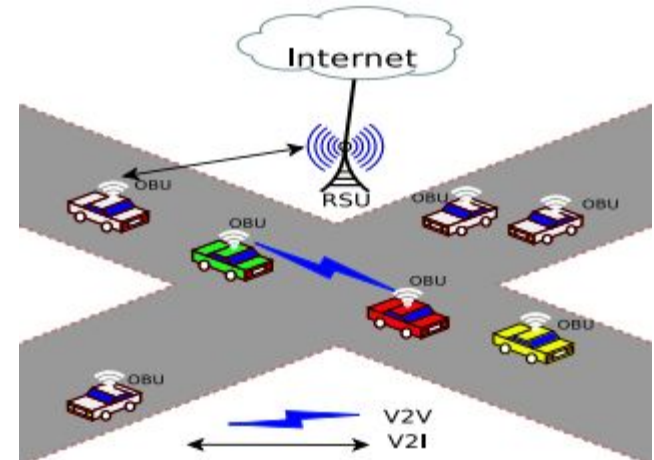
Infraestrutura de Comunicação

- Para nosso cenário, foram utilizados dois tipos de comunicação: **V2V** (Vehicle-To-Vehicle) e **V2I** (Vehicle-To-Infrastructure).
- A solução contém os seguintes agentes:
 - Veículos.
 - Semáforos.
 - Roadside Units (RSUs).
 - Emergency Response Unit (ERUs).
 - Hospitais.
- Todos os agentes com exceção dos veículos são **estáticos**.



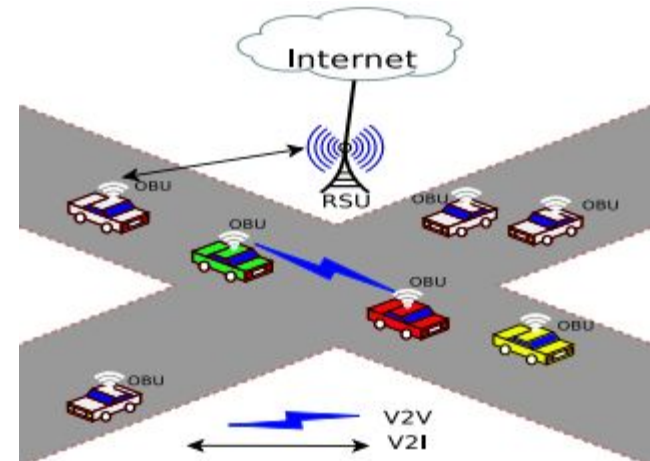
Infraestrutura de Comunicação

- Comunicações entre **agentes estáticos** são feitas de forma **cabeada**, com o protocolo **Ethernet**.
- Comunicações que envolvam **veículos** são feitas **sem fio**, com o padrão **IEEE 802.11p**.
- Todos os veículos são equipados com dispositivos com suporte a **beacons 802.11p** denominados **On-Board Units (OBU's)**.



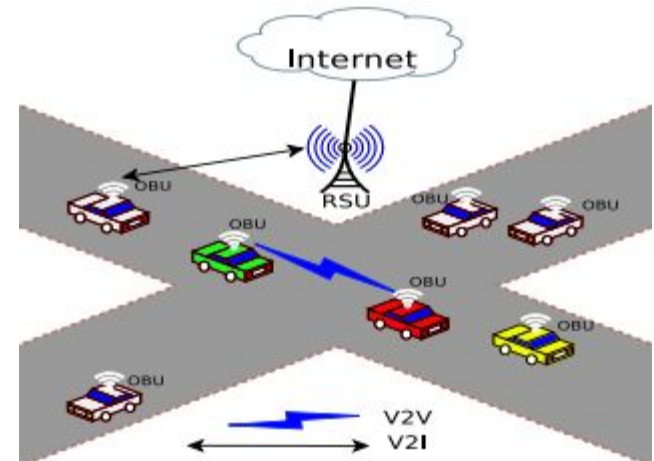
Infraestrutura de Comunicação

- Os veículos são divididos em três subcategorias:
 - O carro que sofre o acidente.
 - A ambulância que faz o resgate (a única que realiza **broadcast** de mensagens).
 - Veículos comuns que trafegam as vias.
- Veículos comuns são capazes de receber mensagens e dar passagem à ambulância.



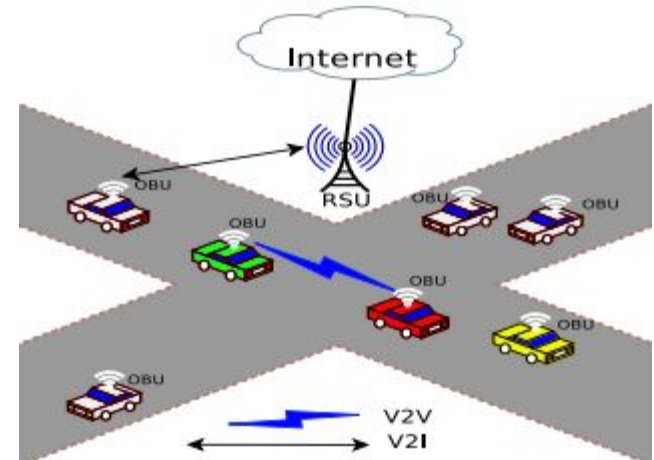
Infraestrutura de Comunicação

- Os **semáforos** também são equipados com OBUs.
- São capazes de receber mensagens e repriorizar o seu ciclo semafórico, antecipando sinal verde para facilitar a passagem.



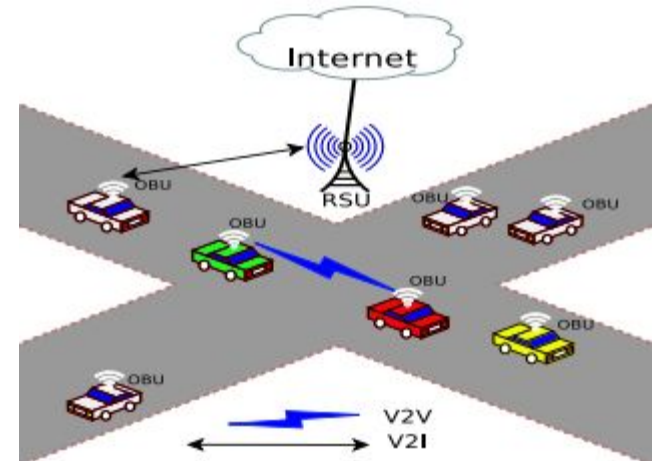
Infraestrutura de Comunicação

- As **RSUs** suportam 802.11p.
- Têm duas responsabilidades:
 - Receber **ARMs** (Accident Report Messages).
 - Notificam **ERUs** sobre o acidente.
- Estão interconectadas de maneira cabeada entre si.
- Podem estar conectadas a ERUs.
- Caso contrário, fazem o hop da ARM pra outras RSUs.

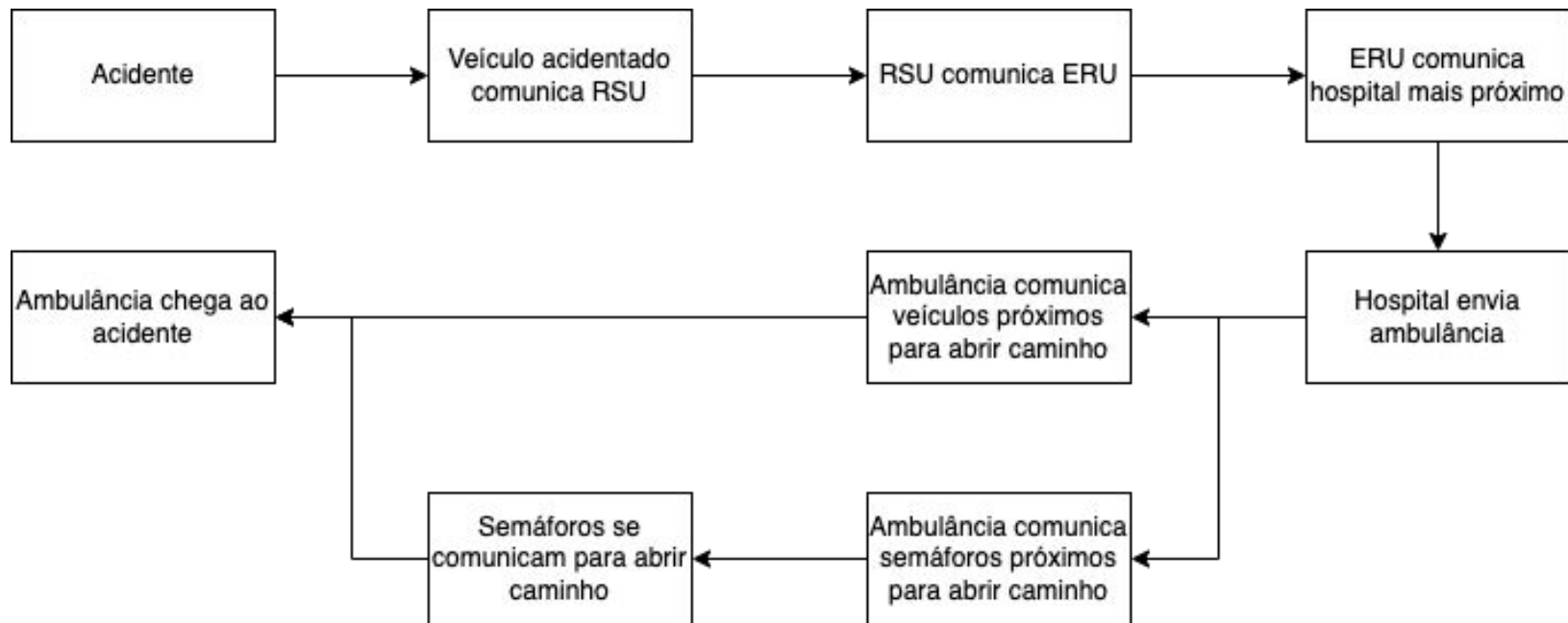


Infraestrutura de Comunicação

- Uma **ERU** está conectada a RSU's e a múltiplos hospitais.
- Tendo recebido uma **ARM**, a ERU tem a capacidade de acionar o hospital mais próximo do acidente.
- **Hospitais** recebem mensagens da ERU e enviam ambulâncias ao local.



Funcionamento do sistema



Técnicas para Redução do Tempo

- O sistema permite as seguintes ações como técnicas para redução do tempo de resposta:
 - **Abertura de Semáforos (AS):** semáforos próximos abrem corredores abertos para ambulância.
 - **Abertura de Passagem (AP):** veículos próximos liberam passagem para a ambulância.
 - **Escolha do Hospital (EH):** hospital mais próximo é priorizado.
 - **Resposta Completa (RC):** execução das ações AS, AP e EH.

Ferramentas



O Eclipse SUMO é um simulador de tráfego urbano.



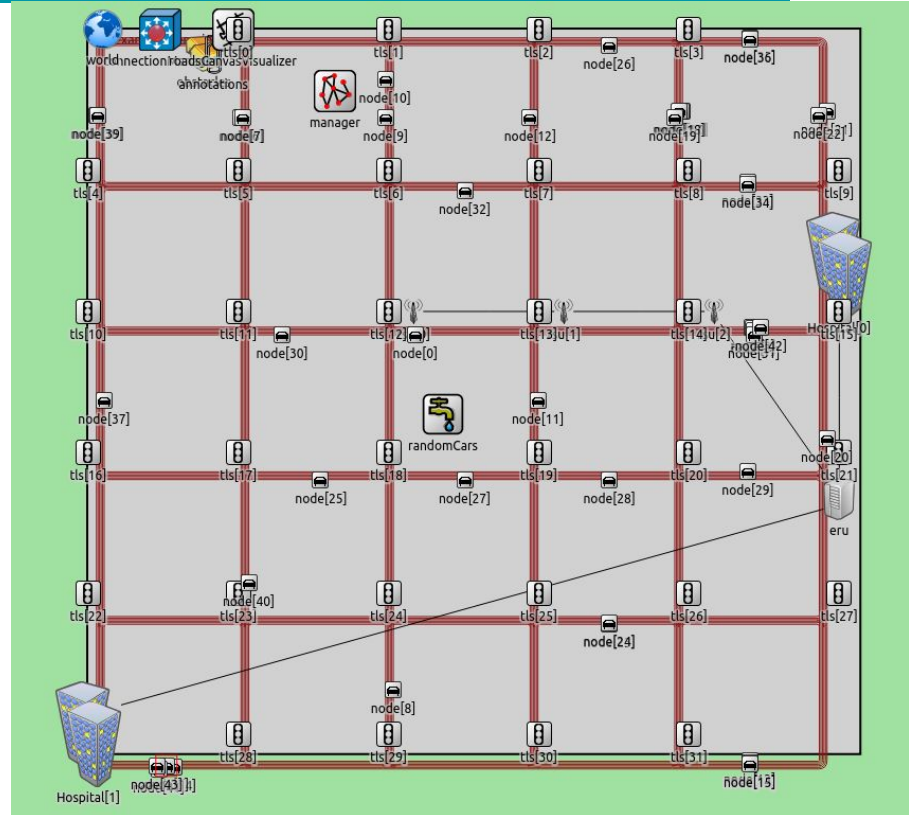
O OMNeT++ é um simulador de redes.



O Veins é um framework que conecta o tráfego do SUMO à rede do OMNeT++.

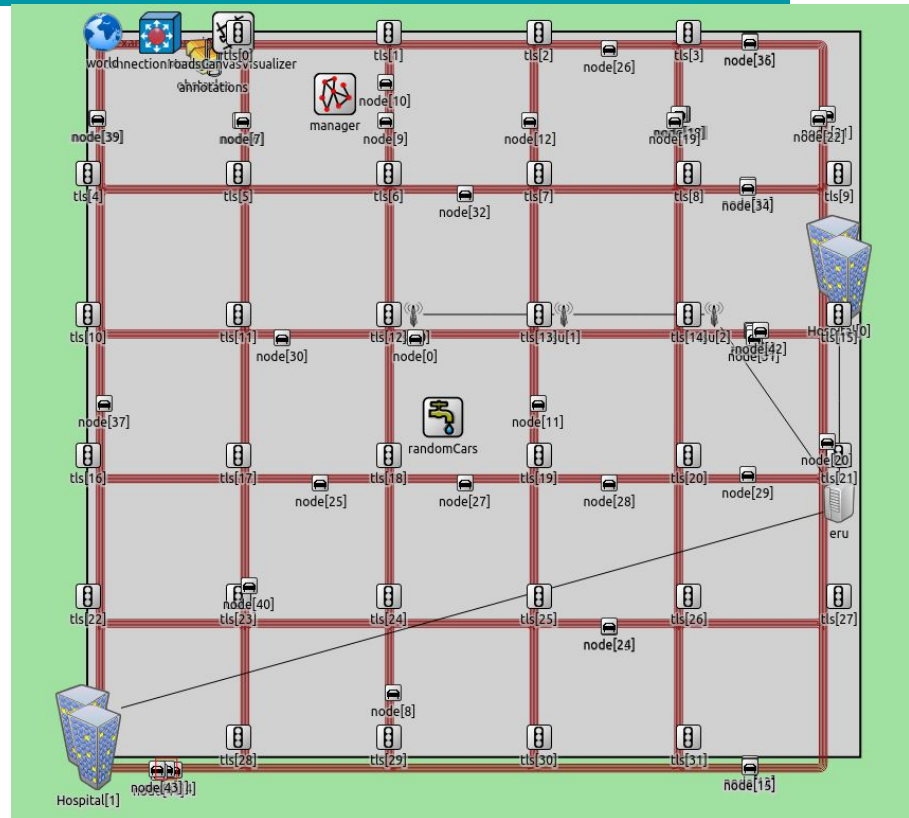
Grade de simulações

- 6 rodovias verticais paralelas e outras 6 rodovias horizontais paralelas.
- Rodovias de 1,5 km de comprimento, com 3 faixas por sentido.
- A distância entre duas rodovias paralelas vizinhas é de 300 m.
- Grade de 2,25 km².
- 32 semáforos.
- 2 hospitais.



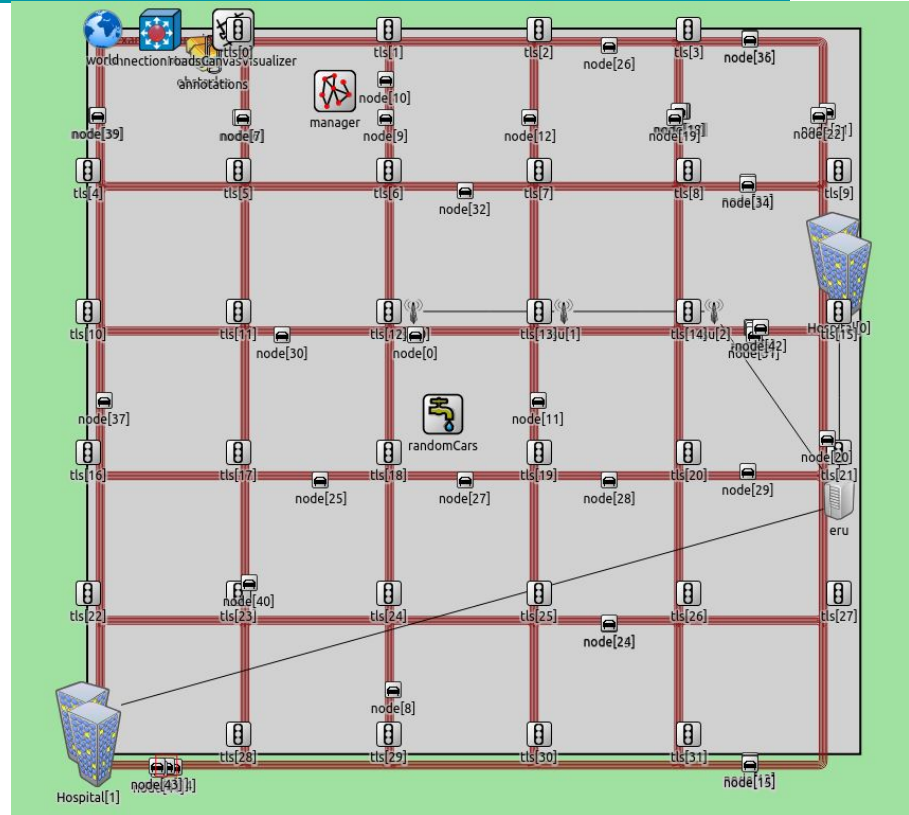
Grade de simulações

- Mensagens de conexões 802.11p são enviadas para receptores dentro de um raio de 200 m.
- Velocidade limite dos veículos é 60 km/h.
- 95% dos veículos se mantêm entre 80% e 120% do limite de velocidade.
- Ambulâncias andam cerca de 20 a 25% mais rápido que veículos comuns (~75 km/h) (**Pappinen et al. 2022**).



Grade de simulações

- Para cada par de cenário e densidade, foram feitas 30 repetições.
- As simulações são afetadas pela aleatoriedade (Mersenne Twister):
 - Posição inicial e destino.
 - Distribuição de velocidades.

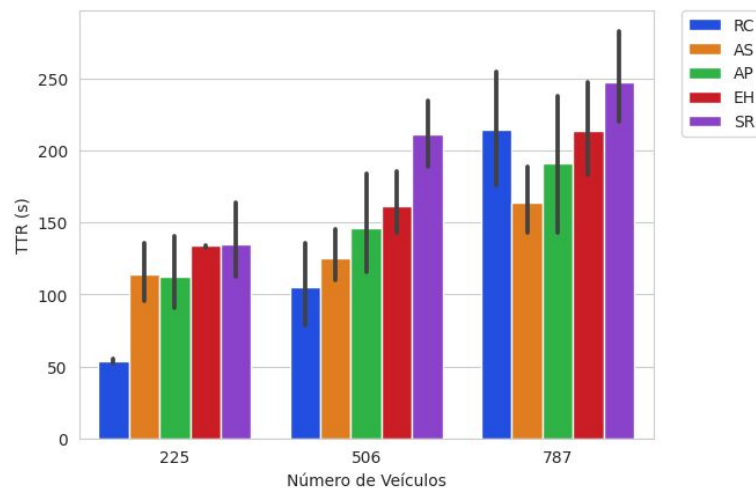


Grade de simulações

Parâmetros	Intervalo de Valores
Densidades de Veículos	100, 225 e 350 $\frac{\text{veículos}}{\text{km}^2}$
Área de Abrangência	802.11p
Velocidade Média da Ambulância	200 metros
Velocidade Média dos Carros Comuns	75 <i>km/h</i>
Duração do Ciclo Semafórico	60 <i>km/h</i>
Distâncias entre os Hospitais e o Acidente	90 segundos
Duração da Simulação	900 e 1500 metros
	660 segundos

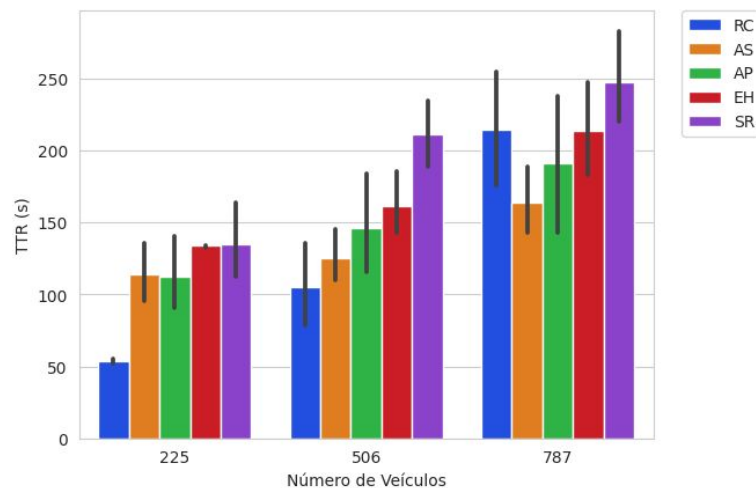
Análise

- Para densidade de veículos 100 veículos/km² (225 no total, no eixo x do gráfico):
 - Superioridade do tempo de **Resposta Completa (RC)**.
 - Pequena melhora no tempo para **Abrir Semáforo (AS)** e **Abrir Passagem (AP)** em relação a **Sem Resposta (SR)**;
 - Não é claro se houve melhora de **Escolha de Hospital (EH)** para à **SR**.
- Média para SR foi de 134,43 segundos.
Média para RC foi de 53,6 segundos.
Melhoria de **60,13%**.



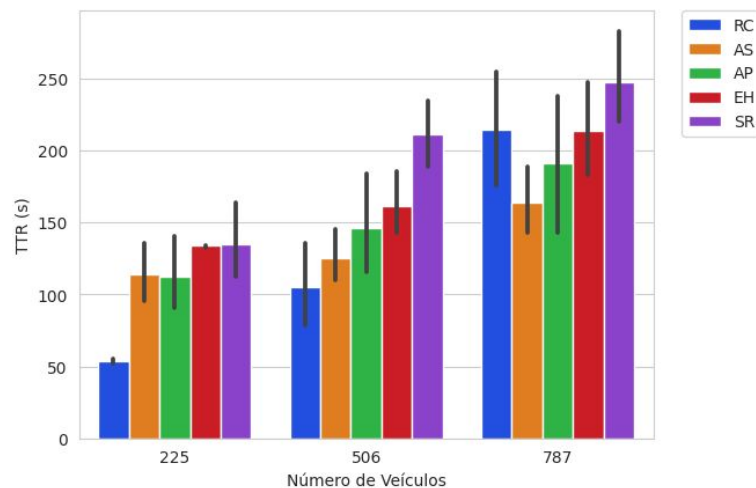
Análise

- Para densidade de veículos 225 veículos/km² (506 no total, no eixo x do gráfico):
 - Todos os cenários com melhorias.
 - **RC, AS, AP e EH** (em ordem crescente de menor tempo) possuem TTR menor que **SR**.



Análise

- Para densidade de veículos 350 veículos/km² (787 no total, no eixo x do gráfico):
 - **RC** apresentou tempos maiores do que as outras estratégias.
 - Alta densidade veicular gerou acidentes recorrentes em **RC**.
 - **AS** e **AP** conflitantes: veículos priorizavam dar passagem e não aproveitavam sinais verdes.
 - Com a velocidade reduzida, ambulâncias recorrentemente perdiam as aberturas dos semáforos.

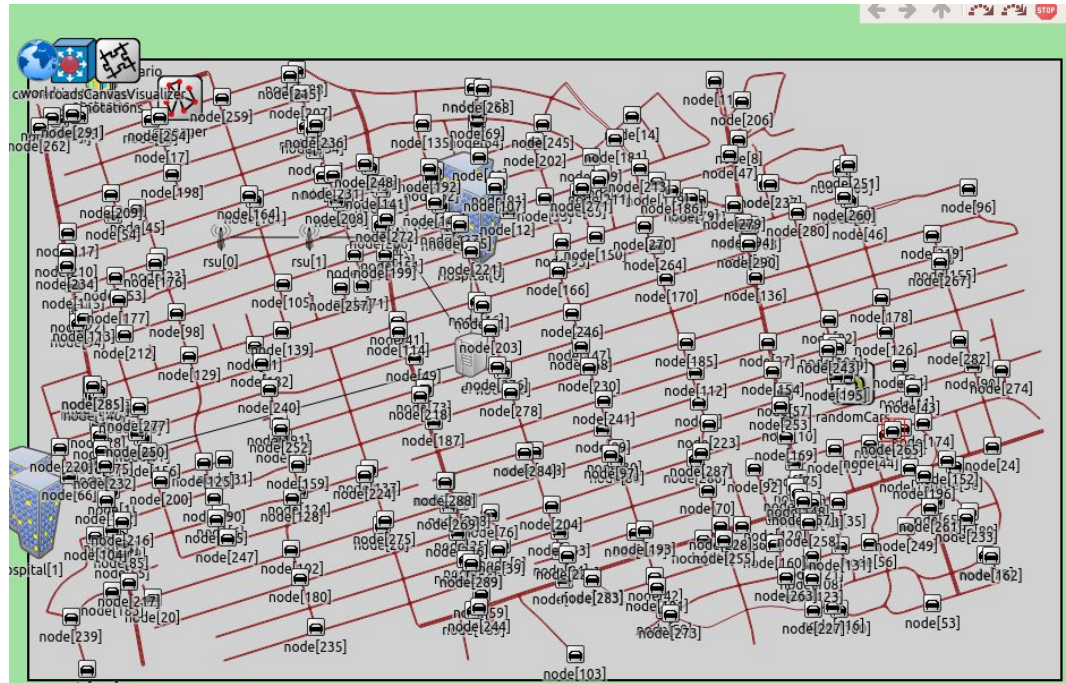


Conclusões

- Resultados parciais de um projeto de iniciação científica.
- Estratégias utilizadas funcionam bem em cenários de média e baixa densidade veicular.
- O uso de heurísticas pode acelerar o tempo total de resgates.
- Heurísticas podem ser conflitantes entre si.

Próximos passos

- Uso de cenário de tráfego mais realista:



Próximos passos

- Estudo de custo de implantação.
- Coleta de mais métricas relevantes:
 - Velocidade média.
 - Tempo médio das viagens.
 - Quantidade de pacotes enviados.
- Exploração de mais hiperparâmetros:
 - Perda de pacotes.
 - Diferentes distâncias de hospitais.
 - Raio de transmissão dos beacons.



INCT

InterSCity

brunopereira@usp.br
joao.henri@usp.br

<http://interscity.org>

